

**WERTIGKEIT VON UPTAKE-MESSUNGEN
MIT ^{87m}Sr STRONTIUM
ZUR DIAGNOSTIK VON
DEGENERATIVEN GELENKSERKRANKUNGEN**

Peter Pfeifer

1974



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551921_0042

Aus dem Rieder-Institut - Röntgenologische Abteilung -
der Poliklinik der Universität München
Direktor: Professor Dr. Lissner

WERTIGKEIT VON UPTAKE-MESSUNGEN MIT ^{87m}Sr STRONTIUM
ZUR DIAGNOSTIK VON
DEGENERATIVEN GELENKSERKRANKUNGEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Jürg-Peter Pfeifer
aus
Bonn

1974

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität
München

1. Berichterstatter:	Prof. Dr. J. Lissner
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. K.W. Frey
Dekan:	Prof. Dr. W. Spann
Tag der mündlichen Prüfung:	24. 9. 1974



I N H A L T

Thematik

Bedeutung der Arthrosen

Ätiologie

Pathogenese

Klinik

Röntgenbefunde

Nuklid

Her stellungsverfahren

Kollimator

Meßvorgang

Patientengut

Auswertung der Meßergebnisse

Normalwerte

Arthrosis Deformans

Diskussion

Zusammenfassung

Literaturnachweis

T h e m a t i k

In dieser Arbeit soll untersucht werden, inwieweit sich Uptake-Messungen mit ^{87m}Sr für die Diagnosestellung bei Arthrosen eignen. Insbesondere wird Vergleich gezogen zu Untersuchungen gleicher Art und zu gleicher Zeit an Patienten mit primär chronischer Polyarthrititis.

Im Zeitraum 1970/71 kamen 17 Patienten mit nachgewiesenen Arthrosen zur Untersuchung. Insgesamt wurden an diesen Patienten 746 Gelenksmessungen durchgeführt. Unter Berücksichtigung der 2-Sigma-Grenzen wurden bei 20 gesunden Personen die Normalwerte bestimmt und mit den Werten der arthrotisch veränderten Gelenke verglichen. Desweiteren wurde auf Korrelationen mit Klinik und Röntgenbild hin untersucht.

Bedeutung der degenerativen Gelenksveränderungen (Arthrosen).

Degenerative Gelenksveränderungen sind eine häufige Erkrankung des mittleren bis höheren Lebensalters. In gemäßigten Breiten hauptsächlich beschrieben, scheint zu Ungunsten tropischer Zonen eine Abhängigkeit auch vom Klima zu bestehen.

Obwohl Frauen mehr klinische Beschwerden zeigen als Männer, beweist anatomisches Substrat gleiche Verteilung auf die Geschlechter. Die Krankheit befällt einzelne bewegliche Gelenke, wobei die Manifestation bei Frauen Fingern, Knien und Halswirbelsäule den Vorzug gibt, Hüften und Lendenwirbelsäule bei den Männern. Übergewichtige Patienten sind häufiger befallen; unter den Beschwerden imponieren Schmerz, Bewegungseinschränkung und Verkrüppelung. (Arbeitsunfähigkeit).

Ätiologie der degenerativen Gelenkveränderungen.

Prinzipiell gekennzeichnet ist die Entstehung von Arthrosen durch primäre Schädigung des Gelenkknorpels aus verschiedenen Ursachen. Mechanisch - statische Momente sind als häufigste Ursache als erstes in Betracht zu ziehen, wobei Abnutzung im Laufe des Lebens und statische Mißverhältnisse neben chronisch rezidivierenden Gelenkblutungen und traumatischen Läsionen im Vordergrund stehen. Als weitere Faktoren erweisen sich gewisse Erb-leiden, Stoffwechselstörungen, endokrine Fehlleistungen und neuropathische Ursachen, sowie Kombination zweier oder mehrerer dieser Defekte.

Gemäß ihrer Genese sind Arthrosen primär somit nicht entzündlicher Natur, wobei allerdings eine später hinzutretende Entzündung nicht ausgeschlossen werden kann.

Allgemeine P A T H O G E N E S E der Arthrosen (20).

Arthrosen sind definiert als ein degeneratives, nichtentzündliches Lokalleiden einzelner Gelenke, eine Erkrankung, die nach primärer Knorpelschädigung auf die subchondralen Knochenpartien übergreift. Als Folge trophostatischer Abnutzung wird der Knorpel abgeschliffen und geht unter konstanter Belastung allmählich zugrunde. Als Gegenmaßnahme reagiert der Knochen insbesondere im Knorpelrandgebiet mit einer Wucherung, die in eine enchondrale Ossifikation übergeht.

Den makroskopischen degenerativen Auflösungserscheinungen und reaktiven Neubildungen entsprechen auffällige Veränderungen im histologischen Bild. Man findet örtliche oberflächennahe Schwellungsbe-
reiche in der Knochenmatrix mit gesteigerter Hämatoxylinbildung. Eine erhöhte Chondrozytenzahl in unmittelbarer Umgebung des Herdes korreliert mit einer Verminderung im Schwellungsbezirk selbst. An den Rändern der oberflächlichen Rißbildungen häufen sich kleine Chondrozyten, ein Phänomen, das als Reparierreaktion (22) oder als Effekt der zunehmenden Synovialflüssigkeit gedeutet wird. Während im gesunden, erwachsenen Gelenkknorpel eine konstante Chondrozytenzahl zu finden ist, beobachtet man im arthrotisch veränderten Knorpel ein Absterben von Chondrozyten, die dann als Myelinkörperchen, bestehend aus Überresten mitochondrischer Phospholipidablagerungen, in Erscheinung treten.

Wie sich aus elektronenmikroskopischen Untersuchungen ergibt, kann eine fortschreitende radiale Anordnung von Fibrillen die normalerweise ungeordnet disponiert sind, erste Hinweise auf eine beginnende Arthrose geben. Nach völliger Abrasion des Knorpels greift der Prozeß auf die nun ungeschützten

Knochenpartien über.

Der freigelegte Knochen weist glatte sklerotische Schliffflächen auf. Unmittelbar unter diesen Flächen können sich cystische Bezirke bilden. Hier unterliegt das Mark fibrinöser oder mucöser Degeneration, die Trabekel verschwinden und um das Ganze entsteht eine Kapsel aus neugebildetem Knochen und kompakter fibrinöser Struktur. Das Auftreten dieser Zysten ist gekoppelt mit einem Untergang der Gefäße in diesem Bereich während die Peripherie einer Neuvaskularisation unterliegt. Dieser Effekt läßt sich auf eine Zunahme des Synovialflüssigkeitsdruckes auf die Margefäße im geschädigten Bereich zurückführen. Cysten können allseitig umkapselt oder durch bindegewebige Schicht vom Gelenkraum getrennt sein.

Am Gelenkrand imponiert osteophytäres Knochenwachstum. Diese kann in den Gelenkraum hinein erfolgen oder sich auf die Ansatzstellen von Gelenkkapsel und Bändern beschränken. Jedenfalls ist das Knochenwachstum bestimmt durch mechanische Zug- und Druckkomponenten und in der Regel in Übereinklang mit der Oberflächenstruktur des Gelenkes zu sehen. Knochenneubildung erfolgt auf regenerativer Basis, ferner in örtlichen Verkalkungszonen degenerativen Knorpels. Als letztes kann schließlich die Synovialhaut in Mitleidenschaft gezogen werden, indem sie in knorpelige Umwandlung und Fibrillisation verfällt, ohne jedoch entzündliche Zeichen aufweisen zu müssen. Mit der beschriebenen Annahme, daß Arthrosen ihren Ausgang vom Gelenkknorpel nehmen, können andere Theorien der Genese nicht mit Sicherheit widerlegt werden.

K L I N I K (20)

In der Regel sind ältere Patienten betroffen, wobei die Krankheit auf einzelne Gelenke beschränkt ist. Distale Interphalangealgelenke, unterer Teil der Wirbelsäule, Knie, tiefe Halswirbelsäule, Hüften und Schultern sind arthrotischen Veränderungen am häufigsten ausgesetzt. Fast nie sind Handgelenke Sprunggelenke und Vorfuß betroffen. Arthrotische Veränderungen am Ellenbogen sind selten, vorwiegend treten sie nach Traumen auf. Gelenkergüsse werden nicht beobachtet. Ist die Arthrose nicht Folge einer Verletzung, erfolgt die Manifestation nicht vor dem 40.ten Lebensjahr. Bevorzugt sind Patienten adipöser und hyperstenischer Anlage betroffen.

Die Kranken klagen über Steifigkeit, Bewegungsschmerz und meist geringe Deformitäten der befallenen Gelenke. Schmerzen nach längerem Gebrauch des Gelenkes, Abnahme des Schmerzes und Zunahme der Steifigkeit bei Ruhe zu erwarten. Atrophien, Beugekontrakturen und Muskelspasmen gehören nicht zum klinischen Bild.

Blut und Serumuntersuchungen liefern, abgesehen von einem leicht erhöhten Cholesterinspiegel, keine pathologische Befunde. 10 - 30 % der Patienten weisen erniedrigte Grundumsatzwerte auf.

RÖNTGENBEFUNDE (34,35).

Eine Frühdiagnose aufgrund röntgenologischer Untersuchungen ist nur bedingt möglich. Erste Hinweise gibt eine Gelenkspaltverschmälerung, die erst manifest wird, wenn der Knorpel weitgehend geschädigt ist. Deutliche Veränderungen lassen sich erst nach Knorpelschädigung, Abnutzung subchondraler Knochenpartien und reaktiver Knochenneubildung erkennen. Damit erweist sich das Knochenbild lediglich geeignet zum Nachweis fortgeschrittener degenerativer Gelenkveränderungen. Gemäß verschiedener anatomischer und trophostatischer Eigenschaften einzelner Gelenke ergeben sich jeweils typische Röntgenbefunde.

Am Hüftgelenk imponieren zunächst bei nur mäßig verringerten Gelenkspalten deutlich ausgeprägte Randosteophyten. Weiter fortgeschrittene Arthrosen zeigen eine mäßig verdickte Struktur des Pfannenbodens mit einer deutlichen Gelenkspaltverschmälerung in diesem Bereich sowie glattgeschliffene osteosklerotische Gelenkflächen des Pfannenbodens und des dazugehörenden Teiles des Femurkopfes. Auch hier gehören mächtige osteophytische Randwülste zum typischen Bild. Neben Geröll- und Blutungscysten kann das Röntgenbild einer lang bestehenden Arthrosis deformans des Phänomen doppelter Gelenklinien aufweisen. Die Erklärung dieser Erscheinung ergibt sich aus der Tatsache, daß bei teilweisem Schwund des Gelenkknorpels kompensatorische Neubildungen auftreten können. Alter und neuer Knorpel unterliegen in ihren präparatorischen Zonen jeweils separater Verkalkung und Verknöcherung, woraus im Röntgenbild eine doppelte Schattenlinie in Erscheinung tritt.

Bei Gelenken mit hohler und schalenförmiger Kapsel können diese verkalken und somit im Röntgenbild sichtbar werden.

Verkalkung, Verkörperung, der Verkörperungen der Synovia des Synovialkapseln können bei dieser Gelenke auftreten. Verkalkete Teile von Gelenkkapseln können sich ablösen und als separate Gebilde in Form von "Gelenkmaassen" in Erscheinung treten.

Articulare Gelenkveränderungen werden als Gelenke an der Gelenkflächen der Gelenkflächen und an Gelenkflächen auf. Breite Band, die sind, und bei der Gelenkflächen der Acromioclaviculargelenke.

Spondylotische Ausziehungen im vorderen Bereich der Wirbelkörper (Röntgenaufnahme im frontalen Strahlengang) und Verengung des Intervertebralsraumes mit Keilknorpelveränderungen in den paravertebralen Ligamenten sind charakteristisch für die Wirbelsäule.

Zu den allgemein beschriebenen Veränderungen kommen bei der Interphalangealgelenken der Hände noch als Besonderheit die sogenannten "Heberden'schen Knoten" hinzu, das sind knötige knorpelig-knöchernen Verdickungen der Gelenke (insbesondere distale Interphalangealgelenke des 2.ten und 3.ten Fingers), die mit Synostosen und Deviation vergesellschaftet sind.

N U K L I D

Stoffwechselvorgänge im Knochen.

Bei Säugetieren beobachtet man einen ständigen Auf- und Abbau der Knochensubstanz. Imreifen Knochen hält sich Neubildung und Abbau das Gleichgewicht. Von entscheidender Bedeutung ist die Einlagerung und Auscheidung von Calcium. So spricht man von einer positiven Ca-Bilanz bei Überwiegen der Osteogenese, von einer negativen entsprechend bei Überwiegen der Ca-Resorption. Der Austausch erfolgt imreifen Knochen in Jahren bis Jahrzehnten, bei Kindern in Monaten bis Jahren. Bei pathologischen Prozessen kann eine erhebliche Beschleunigung des Stoffwechsels im gesamten Skelett oder in bestimmten Bereichen beobachtet werden.

Physikalische Eigenschaften.

Es bietet sich an, an diesen Vorgängen beteiligte bzw. in gleicher Weise reagierende Stoffe radioaktiv zu markieren und durch geeignete Detektoren sichtbar zu machen um dadurch Hinweise auf das jeweilige Stoffwechselgeschehen zu erlangen. Nuklide sind definiert als Elemente bestehend aus einer bestimmten Anzahl von Protonen und Neutronen. Nuklide derselben Art mit verschiedener Neutronenzahl im Kern heißen Isotopen. Radioaktiv ist ein Nuklid dann, wenn es ohne äußeres Zutun unter Emission von Teilchen oder Gammastrahlung aus dem Kern zerfällt, bzw. nach Einverleibung eines Hüllenelektrons Röntgenstrahlung entsendet.

Unter Berücksichtigung der Stoffwechselvorgänge im Knochen erweisen sich ^{18}F , ^{47}Ca , ^{85}Sr und $^{87\text{m}}\text{Sr}$ als geeignete Präparate. (13, 27, 39) Die Auswahl der geeignetsten Nuklide orientiert sich nach folgenden Voraussetzungen:

- 1.) Minimale Strahlenbelastung des Körpers in Abhängigkeit von der Aktivität des Nuklids, der Aufenthaltszeit im Körper der Leistungskonstante, reziprok dazu der Strahlenqualität und der geometrischen Form des Körpers, (s. Tab.)
- 2.) Kosten und Aufwand im Herstellungsverfahren und Speichervermögen.
- 3.) Optimale Registriermöglichkeit durch handelsübliche Meßgeräte.

Tabelle I:

Nuklid	^{47}Ca	$^{87\text{m}}\text{Sr}$	^{85}Sr	^{18}F	
Halbwertszeit	4,7 d	2,8 h	65 d	1,9 h	
- Strahlung	1,31	0,39	0,51	0,51	MeV

Strahlenbelastung

Knochen	0,14-0,46	30-90	0,2-0,6 rad
Körper	0,01-0,03	7-21	0,1-0,3 rad
Radiopharmakon	Sr - Chlorid		Na - Fluorid

Die Berücksichtigung dieser Parameter läßt $^{87\text{m}}\text{Sr}$ als sehr geeignetes Präparat erscheinen.

^{18}F würde sich ebenfalls anbieten, setzt jedoch zur Anwendung die Reaktornähe voraus.

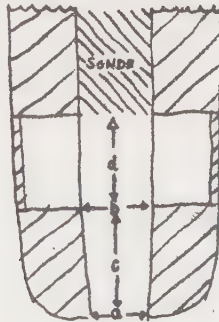
Herstellungsverfahren von $^{87\text{m}}\text{Sr}$. (29)

$^{87\text{m}}\text{Sr}$ wird in einem Yttrium - Strontium Generator hergestellt. Dieses Verfahren wurde zum ersten Mal im Oak Ridge National Lab. demonstriert. Dieses sog. Generator milking system bietet die Gewähr, das gewünschte Radioisotop annähernd frei von seinen Ausgangsstoffen und anderen Verunreinigungen zu erhalten. Der relativ langlebige Ausgangsstoff ^{87}Y ($T_{1/2} = 80 \text{ Std}$) wird durch Protonen- bzw. Deuteronenbeschuss mittels eines Cyclotrons aus ^{86}Sr gewonnen und an einen Ionenaustauscher (Harz) gebunden. In einfachem Melkverfahren, d.h. durch mehrmaliges Ausspülen des Austauscherharzes entsteht das kurzlebige $^{87\text{m}}\text{Sr}$ ($T_{1/2} = 2,8 \text{ Std}$), welches nur noch in geringen Spuren $10^{-6}\%$ der $^{87\text{m}}\text{Sr}$ Aktivität) ^{87}Y trium enthält. Sterilisiert und mit isotoner Kochsalzlösung im Verhältnis 1/10 versehen, kann das $^{87\text{m}}\text{Sr}$ i.v. verabreicht werden.

K O L L I M A T O R

Wir verwendeten für unsere Untersuchungen einen NUCLEOPAN 2 (Fa. SIEMENS). Zur Steigerung der Lichtausbeute war dem Natrium-Jodkristall der Sonde etwas Thallium zugesetzt. Konische Bohrung und verschiedene Durchmesser der zwei auswechselbaren Bleikollimatoren sollten optimale Genauigkeit der Abbildung und Empfindlichkeit des Nachweises garantieren. Die konische Bohrung erfaßt einen kegelförmigen Sichtbereich (Abb.). Möglichst genaue Abbildung gleichgroßer Gewebsvolumina an entsprechenden Gelenken und gute Nachweisempfindlichkeit für Gamma-Strahlung ist das Resultat.

Abb. Kleiner Kollimator.



Für die Messung der Gelenke der Hände kam der kleine Kollimator zur Anwendung.

Abmessungen des kleinen Kollimators: $a = 2 \text{ cm}$, $b = 3 \text{ cm}$, $c = 7 \text{ cm}$

Kristalldurchmesser: 1,5

Großer Kollimator: Kristalldurchmesser: 1,75

Feldgrößendurchmesser: 7 cm bei 90% Empfindlichkeit.

M E S S V O R G A N G .

Ca. 1,5 Stunden nach i.v.-Injektion des Nuklids findet die Strahlungsmessung an den einzelnen Gelenken statt. Die jeweilige Meßdauer von 24 sec. wird von der Automatik des Anzeigegerätes eingehalten.

Bei der Messung an den Gelenken lassen wir uns von folgenden Richtlinien leiten:

1. Mit großem Kollimator.

a. 7.ter Halswirbel.

Patient sitzend, nach vorne gebeugter Kopf. Kollimator sitzt Dornfortsatz von C7 auf in 45 Grad Winkelstellung zur Wirbelsäule.

b. 5 cm proximal des 7.ten Halswirbels.

Wie a.

c. 10 cm proximal Thoracolumbaler Übergang (TLÜ), Thoracolumbaler Übergang 1 (TLÜ 1), Thoracolumbaler Übergang 2 (TLÜ 2) Lumbosacraler Übergang (LSÜ), Iliosacralgelenk rechts, (ISG re.), Iliosacralgelenk links (ISG li.).

Kollimator sitzt an entsprechender Stelle senkrecht zur Längsachse der Wirbelsäule.

d. Schulter.

Patient sitzend. Am herabhängenden Arm wird der Kollimator von vorne sagittal auf den Humeruskopf fixiert.

e. Ellenbogen.

Patient sitzend. Am herabhängenden Arm wird der Kollimator von vorne sagittal auf das gestreckte Gelenk fixiert.

f. Handgelenk.

Wie e.

g. Hüftgelenk.

Patient sitzend. Am 90 Grad gebeugten Gelenk wird der Kollimator von vorne senkrecht zur Horizontalen und in der Vertikalen um 45 Grad geneigt fixiert, sodaß er im äußeren Drittel der Verbindungslinie Trochanter maj. - Körpermittellinie das Gelenk trifft.

h. Kniegelenk.

Patient sitzend mit hochgelegtem Bein. Kollimator wird senkrecht auf Patella aufgesetzt.

i. Sprunggelenk.

Patient sitzend mit hochgelegtem Bein. Kollimator wird parallel zur Winkelhalbierenden des um 90 Grad angewinkelten Fußes von oben auf das Gelenk gesetzt.

2. Mit kleinem Kollimator.

Hand des sitzenden Patienten wird palmar mit gespreizten Fingern auf eine Bleiplatte gelegt. Zwischen Körper und Hand befindet sich ein Bleischirm. Der Kollimator wird senkrecht auf jedes einzelne Gelenk gesetzt.

P A T I E N T E N G U T

- 1.) Bei 20 Personen ohne Gelenksbefall wurden unter Berücksichtigung der 2-sigma Streubreite die Normalwerte ermittelt.
- 2.) Untersuchungen wurden durchgeführt an insgesamt 17 Patienten mit klinisch und röntgenologisch nachgewiesener Arthrose. Davon waren 5 Männer und 12 Frauen. Das Durchschnittsalter lag

Das Durchschnittsalter lag bei den Männern bei 72 Jahren und bei den Frauen bei 60,3 Jahren. Genaue Angaben über den Erkrankungsbeginn konnte von den meisten Patienten nicht gemacht werden, jedoch belief sich das Durchschnittsalter schätzungsweise auf das 45.te Lebensjahr.

A U S W E R T U N G D E R M E S S E R G E B N I S S E .

Nach der Injektion wurden während eines Zeitraumes von zwei Stunden bei 10 Patienten durchgehend die Impulsraten registriert. Es ergab sich eine Anreicherungskurve für ^{87m}Sr , die so auf den Injektionszeitpunkt korrigiert wurde, daß der Abfall, bedingt durch die Halbwertszeit, nicht mehr berücksichtigt werden mußte.

Zunächst wurden die arithmetischen Mittel der ebenfalls laufend gemessenen Null-Effekte von den Impulsraten der einzelnen Gelenke abgezogen. Die so erhaltenen Werte setzten wir in Bezug zu den ebenso gewonnenen Werten von Unterarmmitte (bei kleinen Gelenken) und Unterschenkelmitte (bei großen Gelenken) und bildeten den Quotienten. Diese Zahlen wurden verglichen mit den auf die gleiche Weise erhaltenen Werten von gesunden Gelenken. Die Normalwerte erhielten wir unter Berücksichtigung der 2-sigma-Grenze aus einem Kollektiv von 20 Personen, bei denen weder klinisch noch röntgenologisch eine Erkrankung der betreffenden Gelenke nachzuweisen war. (Tab). Über den Toleranzbereich der 2-sigma-Grenze hinausgehende Werte bezeichneten wir als Strontium positiv (Sr+).

Subjektiv und objektiv eruirbare Beschwerden an einzelnen wurden des Weiteren als Klinik positiv bezeichnet. Analog dazu diente der Begriff Röntgen positiv für röntgenologisch erfaßbare Veränderungen, ohne daß dabei wegen der geringen Zahl der untersuchten Patienten eine Stadieneinteilung vorgenommen wurde. In vergleichender Gegenüberstellung von klinischen, röntgenologischen und nuklearmedizinischen Befunden sollte herausgefunden werden, inwieweit Klinik oder Röntgenologie mit den Uptake-Ergebnissen in Übereinklang

gebracht werden können unter besonderer Berücksichtigung einer Möglichkeit zur Frühdiagnose mit $^{87\text{m}}\text{Sr}$. In diesem Falle könnte eine Koinzidenz von Klinik positiv und Strontium positiv, sowie nur Strontium positiv als Hinweis auf beginnende Veränderungen gedeutet werden.

N O R M A L W E R T E

Die unter Berücksichtigung der 2-sigma-Grenzen bei 20 Normalpatienten gefundenen Normalwerte (Quotienten zu U nterarmmitte bei Fingergelenken bzw. zu Unterschenkelmitte bei großen Gelenken) schwankten innerhalb folgender tolerierbarer Bereiche (1,5 Stunden post injektionem):

Tabelle II.

Fingergelenke.

rechts:	1	2	3	4	5
Endgel.	0,15-0,60	0,24-0,60	0,25-0,61	0,21-0,61	0,28-0,58
Mittelgel.	-----	0,25-0,65	0,21-0,69	0,23-0,65	0,27-0,57
Grundgel.	0,28-0,70	0,28-0,64	0,37-0,57	0,24-0,66	0,36-0,62

links:	1	2	3	4	5
Endgel.	0,29-0,59	0,24-0,58	0,24-0,62	0,24-0,58	0,24-0,64
Mittelgel.	-----	0,26-0,62	0,25-0,67	0,24-0,64	0,28-0,64
Grundgel.	0,37-0,70	0,34-0,68	0,32-0,66	0,33-0,69	0,33-0,67

Große Gelenke.

Handgelenke	0,32-0,80	Schultergelenke	2,25-2,97
Sprunggelenke	0,33-1,20	Hüftgelenke	1,70-5,98
Ellenbogengel.	0,73-1,51	ISG	3,19-6,14
Kniegelenke	1,16-1,74	5cm prox. C7	1,80-4,44

Locm prox. TLÜ	2,84-6,74	TLÜ I	3,22-7,30
TLÜ 2	3,02-7,30	LSÜ	3,66-6,84

TLÜ= Thoracolumbaler Übergang

LSÜ= Lumbosacraler Übergang

ISG= Iliosacralgelenk

ARTHROSIS DEFORMANS

Es kamen 17 Patienten mit arthrotisch veränderten Gelenken zur Untersuchung. Es wurden Uptake Messungen an allen Gelenken mit klinisch und/oder röntgenologischen Anzeichen einer Erkrankung durchgeführt.

A. Ergebnisse der Messungen mit dem kleinen Kollimator an den Fingergelenken.

Von insgesamt 238 (100%) Fingergelenken waren 190 (80%) röntgenologisch im Sinne einer Arthrose verändert. Bei 171 (72%) der Gelenke konnten klinische Befunde erhoben werden. Signifikant erhöhte Impulsraten waren bei 111 (46,6%) Gelenken zu registrieren. Koinzidenz von Röntgen positiv, Klinik positiv und Strontium positiv war bei nur 36 (15,1%) der Gelenke gegeben. Strontium-positive Werte wurden bei 45 (18,9%) klinisch und röntgenologisch unauffälligen Gelenken gefunden.

a) Klinik und Uptake Befunde bei Röntgen positiven Gelenken (Tab. III)

Von den 190 (100%) der röntgenologisch veränderten Gelenken waren 94 (49,5%) gleichzeitig auch klinisch verändert. Strontium positive Werte fanden sich bei 52 (27,4%) Gelenken. Koizidenz von Klinik, Röntgen und Strontium positiv konnte bei 36 (19%) der Fälle gefunden werden. Nur Röntgenologische Veränderungen ohne sonstige Befunde ergaben sich bei 80 (42%) Gelenken.

b) Röntgen und Uptake Befunde bei Klinik positiven Gelenken (Tab. III)

Von den 171 (100%) der klinisch veränderten Gelenke waren 94 (55%) gleichzeitig auch röntgenologisch verändert. Strontium positive Werte fanden sich bei 50 (29,2%) Gelenken. Koinzidenz von Klinik, Röntgen und Strontium positiv konnte bei 36 (21%) der Fälle gefunden werden. Nur klinische Veränderungen ohne sonstige Befunde ergaben sich bei 63 (36,8%) Gelenken.

c) Röntgen und Klinik Befunde bei Strontium positiven Gelenken (Tab. III)

Von den 111 (100%) der Strontium positiven Gelenke waren 54 (48,6%) gleichzeitig auch röntgenologisch verändert. Klinik positive Werte fanden sich bei 31 (27,9%) Gelenken. Koinzidenz von Klinik, Röntgen und Strontium positiv konnte bei 36 (32,4%) gefunden werden. Nur Strontium positive Werte ohne sonstige Befunde ergaben sich bei 62 (56%) Gelenken.

Zusammenfassung der Ergebnisse mit dem kleinen Kollimator.

Nur röntgenologische Veränderungen ohne sonstige Befunde erhielten wir in 42% von allen Röntgen positiven Gelenken.

Nur klinische Beschwerden ohne sonstige Befunde fanden wir in 36,8% aller "linik positiven Gelenke.

Nur Strontium positive Werte bei sowohl röntgenologisch als auch klinisch normalen Befunden ergaben sich in 56% der Fälle aller

Strontium positiven Gelenke.

Eine Koinzidenz von Röntgen positiv und Klinik positiv wurde in 35% aller entweder klinisch oder röntgenologisch veränderten Gelenken beobachtet. .

Koinzidenz von Röntgen positiv und Strontium positiv ergab sich in 27,4% aller röntgenologisch veränderten Gelenke.

Von den klinisch veränderten Gelenken waren gleichzeitig auch 29,2% Strontium positiv.

Röntgenologische, klinische und nuklearmedizinische Koinzidenz konnte nur in 8,5% aller positiv befundeten Gelenke nachgewiesen werden.

B. Ergebnisse der Messungen mit dem großen Kollimator an den großen Extremitätengelenken. (Hand- Ellenbogen- Schulter- Sprung- Knie- und Hüftgelenke).

Von insgesamt 204 (100%) untersuchten Gelenken waren 27 (13,2%) röntgenologisch im Sinne einer Arthrose verändert. 60 (29,4%) Gelenke wiesen klinische Beschwerden auf. Uptake Messungen lieferten bei 39 (19,1%) Gelenken positive Werte.

a) Klinik und Uptake Befunde bei Röntgen positiven Gelenken (Tab. IV).

Von den 27 (100%) der röntgenologisch veränderten Gelenke hatten 18 (66,7%) gleichzeitig auch klinisch positive Befunde. Strontium positive Werte fanden sich bei 13 (48%) Gelenken. Koinzidenz von Klinik, Röntgen und Strontium positiv konnte bei 11 (41,8%) der Fälle gefunden werden. Nur röntgenologische Veränderungen

ohne sonstige Befunde ergaben sich bei 7 (26%) Gelenken.

- b) Röntgen und Uptake-Befunde bei Klinik positiven Gelenken (Tab. IV).

Von den 60 (100%) der klinisch veränderten Gelenke waren 18 (66,7%) gleichzeitig auch röntgenologisch verändert. Strontium positive Werte fanden sich bei 21 (35%) Gelenken. Koinzidenz von Klinik, Röntgen und Strontium positiv konnte bei 11 (18,3%) der Fälle gefunden werden. Nur klinische Veränderungen ohne sonstige Befunde ergaben sich bei 32 (53,4%) Gelenken.

- c) Röntgen und Klinik Befunde bei Gelenken mit erhöhten Strontium Werten (Tab. IV).

Von den 39 (100%) der Strontium positiven Gelenke waren 13 (33,2%) gleichzeitig auch röntgenologisch verändert. Klinik positive Werte fanden sich bei 21 (54%) Gelenken. Koinzidenz von Klinik, Röntgen und Strontium positiv konnte bei 11 (28,2%) der Fälle gefunden werden. Nur Strontium positive Werte ohne sonstige Befunde ergaben sich bei 16 (41%) Gelenken.

Zusammenfassung der Ergebnisse mit dem großen Kollimator.

Nur röntgenologische Veränderungen ohne sonstige Befunde hatten wir in 26% von allen Röntgen positiven Gelenken.

Nur klinische Beschwerden ohne sonstige Befunde fanden wir

in 53,4% aller Klinik positiven Gelenke.

Nur erhöhte Strontium Werte ohne sonstige Befunde ergaben sich in 41% der Fälle aller Strontium positiven Gelenke. Eine Koinzidenz von Röntgen positiv und Klinik positiv wurde in 26% aller entweder klinisch oder röntgenologisch veränderten Gelenke beobachtet.

Eine Koinzidenz von Röntgen positiv und Strontium positiv ergab sich in 48% aller röntgenologisch veränderten Gelenke.

Von den klinisch veränderten Gelenken waren gleichzeitig auch 35% Strontium positiv.

Eine Röntgenologische, klinische und nuklearmedizinische Übereinstimmung konnte nur in 10,6% aller positiv befundeten Gelenke nachgewiesen werden.

An dieser Stelle soll noch einmal separat auf die Kniegelenke eingegangen werden, da hier die aussagekräftigsten Ergebnisse erzielt werden konnten (Tab. IV).

Von den 12 Röntgen positiven Kniegelenken waren alle (100%) auch klinisch verändert. Bei 9 (75%) der Röntgen positiven Gelenke erhielten wir auch erhöhte Impulsraten. Eine Koinzidenz von allen 3 Qualitäten traf bei 8 (66,6%) Gelenken zu.

DISKUSSION:

Ein erhöhter Knochenumbau bedingt ebenfalls veränderte Speicherung von osteotropen Nukliden in dem betroffenen Knochengewebe. (28)

Aussagen über die quantitative Speicherung solcher Nuklide (^{47}Ca , ^{85}Sr , ^{18}F , $^{99\text{m}}\text{Tc}$) können mit Hilfe der konventionellen Szintigraphie, der Osteoszintimetrie (1,28), der Szintiphotographie (7,15,26), der Profilographie (9,11,12) und Uptake Messungen (3,19,25,28) gemacht werden. Insbesondere zur Diagnostik von entzündlichen und neoplastischen Vorgängen in Knochen und Gelenken wird die Szintigraphie mit $^{87\text{m}}\text{Sr}$ durchgeführt. (4,5,8,12,28,30,34). Wiederholte Messungen können über die Dynamik des Umbauprozesses Auskunft geben. Die Ergebnisse nuklearmedizinischer Untersuchungsverfahren allein sind jedoch nicht ausreichend, um die Natur des Knochenprozesses zu beschreiben. In Kombination mit Röntgenuntersuchungen sind nuklearmedizinische Verfahren jedoch eine Bereicherung der Diagnostik. (27)

Bei chronischen Gelenksleiden mit niedriger Intensität des Knochenumbaus sind die kurzlebigen Isotope wie $^{87\text{m}}\text{Sr}$ wenig vorteilhaft. Sie erlauben auch keine Kontrollmessungen nach längerem Abstand von 2-3 Wochen nach der Verabreichung des Isotopes. (24) Hingegen ließen Untersuchungen an Hüftgelenken mit ^{85}Sr im szintimetrischen Verfahren die Möglichkeit als gegeben erscheinen, daß beginnende Arthrosen auf diese Weise schon früher als röntgenologisch erfaßt werden können. Es ließ sich sogar ein Zusammenhang zwischen Osteonekrose und sekundärer Arthrose nachweisen. (10). Andere Untersuchungen ließen zwischen Sklerose und Nekrose bei Kniegelenken differenzieren.

Bei nekrotischen Vorgängen waren höhere Anreicherungsraten zu verzeichnen. (2).

Da Strontium 87m eine Halbwertszeit von nur 2,8 Stunden hat, bietet es sich infolge seiner geringen Strahlenbelastung auch zur Anwendung bei Jugendlichen an. Zu diesem Vorteil gesellt sich als negativer Faktor (2,14,15,30,34,37) die Tatsache, daß infolge der langsamen Blutclearance zugunsten der Weichteile verhältnismäßig geringe Mengen von ^{87m}Sr in den Knochen gespeichert werden. So können die Uptake Ergebnisse wegen der Überlagerung durch Radioaktivität in den Weichteilen verfälscht werden. Hinzu kommt besonders im Falle der Messungen an Ileosacralgelenken, Lendenwirbelsäule und Hüftgelenken die Tatsache zusätzlicher Strahlung aus nicht genügend gereinigtem Intestinaltrakt und Urogenitaltrakt. (27). Verglichen damit erhält man bei Anwendung von ^{85}Sr brauchbarere Ergebnisse (19,21), da infolge der langen Halbwertszeit (64 Tage) nach spätestens 7 Tagen das Strontium zu hohem Prozentsatz entweder im Knochen eingebaut oder ausgeschieden ist. So wird hier als zuverlässige Methode zur Bewertung der Uptake Messungen die Berechnung des Verhältnisses von den Impulsraten von Finger- gelenken zu Radiusmitte (bei großen Gelenken zu Unterschenkelmitte) beschrieben. (21).

Bei unseren Messungen mit ^{87m}Sr wandten wir trotzdem die sonst für ^{85}Sr herangezogene Methode an. Uns kam dabei die Tatsache zugute, daß wir ein Gleichbleiben der Strahlungsquantität im Bereich des Unterarms 40 Minuten nach der Injektion des ^{87m}Sr beobachten konnten. Als Erklärung für dieses Phänomen läßt sich der vom Knochenstoffwechsel abhängige Calcium- turnover (38) heranziehen, der im hauptsächlich aus wenig Stoffwechsel aktiver

Kompakta bestehenden Diaphysenbereich des Radius deutlich erniedrigt ist. Somit ist das Bestehen eines Gleichgewichts zwischen der Abnahme der Radioaktivität im Blut und im Gewebe über der Radiusdiaphyse und der Speicherung von ^{87}mSr in dem Knochen anzunehmen. Vorgänge der gleichen Art sind auch bei der Verwendung der Impulsraten über dem Unterschenkel als Divisor für die Impulsraten der großen Gelenke zugrunde zu legen. Die Möglichkeit verfälschter Ergebnisse infolge der mitgemessenen Mengenschwankungen in Blut und Weichteilen wird durch Berücksichtigung der zwei sigma Grenzen eingeschränkt. So erscheint es korrekt, die Unterarmmitte bzw. Unterschenkelmitte als Bezugspunkt zu den Gelenken heranzuziehen.

Wenn wir bei unseren Untersuchungen von "Röntgen-Positiv" sprechen, so ist zu beachten, daß wir keine Stadieneinteilung für Arthrosen, die sich nach Danielsson (23) anbieten würden, vornehmen konnten. Es wurde Statium 1-10 gleichwertig als Röntgen positiv bezeichnet. Demnach ist bei unseren Untersuchungen keine Aussage darüber zu machen, inwiefern nuklearmedizinische Befunde mit dem Schweregrad der röntgenologisch nachweisbaren degenerativen Gelenksveränderungen korrelieren. Wenn wir anhand der Ergebnisse an den Fingergelenken feststellten, daß sich röntgenologische Befunde zu 27,4% mit den der Uptake Messungen decken, daß bei klinischen Beschwerden in 29,2% positive Uptake Ergebnisse zu registrieren waren und daß dahingegen bei 56% aller Strontium positiven Gelenke kein sonstiger Befund zu erheben war, liegt der Verdacht nahe, daß sich die Strontium positiven Werte ohne System zu annähernd gleichen Teilen auf alle Gelenke verteilten, sei es, daß sie klinisch oder röntgenologisch verändert oder in dieser Hinsicht unauffällig waren.

Vergleichen wir demgegenüber das Zusammentreffen von klinischen und röntgenologischen Befunden, so ergibt sich hier eine Übereinstimmung bei 55% aller klinisch positiven Gelenke, also ein nahezu doppelt so hoher Prozentsatz. Das ist umso auffälliger, als klinische Beschwerden bei den Arthrosen ohnehin schwerer zu objektivieren sind als etwa der Röntgenbefund. Eine Erklärung für das prozentual geringe Zusammentreffen von Röntgen und Strontium Befunden könnte in der unterschiedlich großen Weichteilschwellung der arthrotischen Gelenke gesehen werden. Auch ist die Anreicherung von Strontium abhängig von der Intensität des gerade stattfindenden Knochenumbaus. (27). Da weiterhin bei Arthrosen die Calcium (und somit Strontium) bindende Eigenschaft der Chondroitinsulfatproteide verloren geht, (6) während demgegenüber in den osteophytischen Bezirken Strontium vermehrt umgesetzt wird, könnte man das Ausbleiben einer signifikanten Erhöhung der Impulsraten auch als Effekt dieser Verteilung deuten. Dagegen wird bei szintigraphischen Darstellung diesem Phänomen Rechnung getragen, indem sogenannte "hot spots" zur Abbildung gelangen. (27).

Die Tatsache, daß bei den Arthrosen der Fingergelenke bevorzugt End- und Mittelgelenke betroffen werden, (20) gibt Anlaß dazu, diese Gelenke noch einmal gesondert zu betrachten. Wie Tab. III zeigt, ergeben sich jedoch auch hier keine signifikant unterschiedlichen Prozentsätze.

Bei den mit dem großen Kollimator gemessenen großen Extremitätengelenken bekamen wir Ergebnisse mit kaum größerer Aussagekraft. So trafen auf 48% der Röntgen positiv befundeten Gelenke auch erhöhte Impulsraten. Klinisch veränderte Gelenke wiesen zu 35%

erhöhte Strontium Werte auf und waren zu 30% Röntgen positiv. Von allen positiven Uptake Ergebnissen waren 41% ohne sonstigen Befund. Zusammentreffen positiver Ergebnisse bei allen drei Untersuchungsmethoden hatten wir in 41,8% aller Röntgen positiven Gelenke zu verzeichnen. Verglichen mit den kleinen Gelenken ähneln sich die Prozentzahlen weitgehend, insbesondere, wenn man die Verbesserung der Ergebnisse berücksichtigt, die durch Einbeziehung der Kniegelenksbefunde zustande kommt. Gesonderte Betrachtung der Kniegelenke ergibt in verhältnismäßig großem Maße unterschiedliche Daten. So bekamen wir bei den Röntgen positiven Gelenken 75% erhöhte Quotienten. Von den klinisch positiv befundeten Gelenken hatten 60% erhöhte Strontium Werte und 80% wiesen auch röntgenologische Veränderungen auf. Ein Zusammentreffen positiver Ergebnisse bei allen drei Untersuchungsverfahren ergab sich bei 66,6% aller Röntgen positiven Gelenke, wohingegen nur 28,5% aller Kniee mit erhöhten Strontium Werten keine sonstigen Zeichen einer Erkrankung aufwiesen. Diese guten Ergebnisse können verschiedene Begründungen finden. Andere Untersuchungen ergaben, daß bei monoartikulären Gelenkserkrankungen auch Abweichungen im Kontralateralen Gelenk (spezifisch im Knie) auftreten können, das sonst klinisch als gesund gilt, jedoch eine erhöhte Einlagerung osteotroper Radionuklide aufweist. (24).

Weiterhin müßten bei Gonarthrosen verglichen mit anderen arthrotischen Gelenken ein Unterschied im Knochenumbau bestehen. In der Tat ist das Ausmaß und die Häufigkeit der Gelenksveränderung in Vergleich beispielsweise zu den Schultergelenken weitaus größer. (20). Dies könnte als Effekt der größeren statischen Belastung bei Kniegelenken angesehen werden. Andererseits sind die röntgenologischen Gelenksveränderungen bei Hüftgelenken in der Regel noch

ausgeprägter als bei den Kniegelenken ohne daß dies jedoch trotz der zusätzlichen Strahlung aus dem Blasenpool und verschiedene Impulsraten bei unseren Untersuchungen zur Folge hatte. Abgesehen von der Tatsache, daß bei Frakturen aufgrund der unterschiedlichen Strontiumeinlagerungen auf das Alter der Fraktur geschlossen werden kann, (13) ist ein Rückschluß auf die Progredienz von Arthrosen z.B. der Hüftgelenke anhand von szintigraphischen Aufzeichnungen noch nicht gelungen. (13). Allerdings war dies möglich unter Anwendung der Osteoszintimetrie mit ^{85}Sr und ^{18}F (10). Besser als unsere waren die Ergebnisse der Messungen von Schwarz-Gewallig und Schabronat (32,36), die ihre Untersuchungen zur selben Zeit und zu gleichen Bedingungen an Patienten mit primär chronischer Polyarthrititis (P.c.P.) durchführten.

Wenn wir bei Messungen mit dem großen Kollimator bei 61 % der sowohl röntgenologisch und klinisch veränderten arthrotischen Gelenke auch erhöhte Strontiumwerte fanden, ergab sich bei den Patienten mit primär chronischer Polyarthrititis ein Prozentsatz von 85%. So kamen sie in ihrer Arbeit zu dem Ergebnis, daß Uptake Aufnahmen mit $^{87\text{m}}\text{Sr}$ bei rheumatisch veränderten Gelenken zwar die Röntgenologie bereichern, jedoch nicht ersetzen können. Insbesondere zur Früherkennung von rheumatischem Befall erschien diese Methode als nicht geeignet. Dieses im allgemeinen positivere Resultat bei den rheumatisch veränderten Gelenken ist wohl auch auf die entzündungsbedingte Weichteilschwellung zurückzuführen, die vermutlich für die erhöhte $^{87\text{m}}\text{Sr}$ Aufnahme verantwortlich zu machen ist und die bei Arthrosen oft ausbleibt.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Zur Untersuchung standen 17 Patienten mit arthrotisch veränderten Gelenken zur Verfügung. Davon waren 12 Frauen und 5 Männer. Das Durchschnittsalter belief sich bei den Männern auf 72 und bei den Frauen auf 60,3 Jahre. 1,5 Stunden nach der i.v. Injektion von 1mCi ^{87}mSr wurden an den Fingergelenken mit dem kleinen Kollimator (Kristalldurchmesser = 1,5") 476, an den großen Gelenken mit dem großen Kollimator (Kristalldurchmesser = 1,75") 304 Uptake-Messungen durchgeführt. Die erhaltenen Impulsraten wurden bei den Fingergelenken durch die Impulsraten über der Unterarmmitte, bei den großen Gelenken durch die Impulsraten über der Unterschenkelmitte dividiert. Unter Berücksichtigung der 2 sigma Grenzen erhielten wir die Werte bei 20 Testpersonen ohne nachweisbare Gelenkveränderungen und verglichen sie mit denen der Kranken. Desweiteren wurde die Korrelation der erhöhten Aktivitätsraten mit klinischen und röntgenologischen Befunden der jeweiligen Gelenke bestimmt.

Aufgrund der Vergleiche kamen wir zu dem Ergebnis, daß sich mehr noch bei den Messungen mit dem kleinen Kollimator als mit dem großen, die erhöhten Aktivitätsraten nahezu gleichmäßig und ohne System auf alle Gelenke verteilten. So deckten sich positiv röntgenologische Befunde bei den Fingergelenken zu 27,4 % mit positiven Strontium Werten und bei klinischen Beschwerden waren in 29,2 % positive Uptake-Ergebnisse zu registrieren. Dahingegen war bei 56 % aller

Strontium positiven Gelenke kein sonstiger Befund zu erheben, während Klinik und Röntgenologie in 55 % übereinstimmten. Etwas bessere Ergebnisse erzielten wir mit dem großen Kollimator bei den großen Extremitätengelenken. 48 % aller als Röntgen positiv befundenen Gelenke wiesen auch erhöhte Impulsraten auf. Auf klinisch veränderte Gelenke traten in 35 % erhöhte Strontium Werte und in 30 % positive Röntgenbefunde, 41 % aller positiven Uptake Ergebnisse konnten mit keinem sonstigen Befund in Beziehung gesetzt werden. Diese Prozentzahlen ähneln umso mehr den Ergebnissen bei den Fingergelenken, wenn man gesondert die besseren Resultate bei den Kniegelenken berücksichtigt. Hier erhielten wir bei 75 % aller Röntgen positiv befundenen Gelenke erhöhte Strontium Werte. Gelenke mit klinischen Veränderungen lieferten in 60 % erhöhte Quotienten und wiesen in 80 % auch röntgenologische Veränderungen auf. Bei nur 28,5 % aller Knie mit erhöhten Strontium Werten waren keine weiteren Zeichen einer Erkrankung nachzuweisen. Die insgesamt besseren Ergebnisse bei Patienten mit chronischer Polyarthrititis unter den gleichen Meßbedingungen, bei der gleichen Arbeitsgruppe (SCHABRONATH, SCHWARZ, GEWALLIG), sind wohl auf die unterschiedliche Art der Erkrankung zurückzuführen. Zusammenfassend ist zu sagen, daß die nach der verwendeten Methode durchgeführten Uptake Messungen mit ^{87m}Sr , mit Ausnahme der Kniegelenke, keine brauchbaren Ergebnisse lieferten, um die Röntgendiagnostik zu bereichern, bzw. um frühdiagnostisch verwendbare Hinweise zu liefern.

Klinik im Vergleich mit Röntgenbefund und den Ergebnissen der Uptake-Messungen mit ^{87m}Sr (+ = pos. - = neg. Befund) bei Arthrosen.

Tab. III

17 Patienten Fingergelenke kleiner Kollimator

	Rö + Sr +	Rö - Sr -	Rö - Sr +	Rö + Sr -
Klinik + Grundgel. (n = 63)	11	34	11	7
Klinik - - = 170 (n = 107)	5	59	29	14
Klinik + Mittelgel. (n = 45)	9	19	2	15
Klinik - n = 136 (n = 91)	2	61	4	24
Klinik + Endgel. (n = 63)	16	10	2	35
Klinik - - = 170 (n = 107)	10	43	10	44

Tab. IV.

15 Patienten große Gelenke großer Kollimator

Klinik + Handgel. (n = 8)	1	4	3	0
Klinik - n = 34 (n = 26)	0	24	1	1

15 Patienten große Gelenke großer Kollimator

	Rö +	Rö -	Rö -	Rö +
	Sr +	Sr -	Sr +	Sr -

Klinik + Sprunggel.				
(n = 3)	0	4	0	1
Klinik - n = 31				
(n = 34)	1	25	3	2
Klinik + Ellenbogengel.				
(n = 4)	0	3	0	1
Klinik - n = 34				
(n = 30)	0	25	4	1
Klinik + Kniegel.				
(n = 16)	8	3	1	4
Klinik - n = 34				
(n = 18)	1	12	4	1
Klinik + Schultergel.				
(n = 10)	0	3	6	1
Klinik - n = 34				
(n = 24)	0	20	4	0
Klinik + Hüftgel.				
(n = 8)	2	6	0	0
Klinik - n = 34				
(n = 26)	0	22	0	4
Klinik + 10 cm prox TLL				
(n = 5)	2	2	0	1

15 Patienten große Gelenke großer Kollimator

	Rö +	Rö -	Rö -	hö +
	Sr +	Sr -	Sr +	Sr -

Klinik -	n = 15			
(n = 10)	0	8	0	2
Klinik +	TLÜ 2			
(n = 5)	2	3	0	0
Klinik -	n = 15			
(n = 10)	0	9	0	1
Klinik +	LSÜ			
(n = 11)	3	1	3	4
Klinik -	n = 15			
(n = 4)	0	3	0	1
Klinik +	5 cm prox C7			
(n = 7)	1	3	0	3
Klinik -	n = 15			
(n = 8)	1	6	0	1
Klinik +	ISG			
(n = 10)	1	0	6	3
Klinik -	n = 28			
(n = 18)	1	14	1	2

L I T E R A T U R N A C H W E I S

- (1) ATLAS DER SCINTIGRAPHIE, Berlin (1970)
- (2) BAUER, G., C.E., SMITH: ^{85}mSr scintimetry in osteoarthritis of the knee, J. Nucl. Med. 10 (1969), 109
- (3) BERGMANN, H., R. HÜFER, G. KOLANZ, N. THUMB: Quantitative Messung des ^{87}mSr Uptake in Knochen mit PCP, Vortr. 9. Jahrestag Ges. f. Nuklearmed., Sept. 1971, Antwerpen, Belgien.
- (4) BESSLER, W.: Skelettscintigraphie mit Radiostrontium. In: GLANNER, R. et al. (Hrsg.): Ergebnisse der medizinischen Radiologie, Bd. II, S. I, Thieme (Stuttgart - 1969).
- (5) BLOOMER, K. L.: Detection of non malignant bone disease with ^{87}mSr (Abstract). J. Nucl. Med., II (1970) 406.
- (6) BUDDECKE, E., Polysaccharide und Polysaccharidsulfate des Bindegewebes. In: D-Glucose, hsg. von BARTDLHEIMER, H., W. HEYDE, W. THORN. Enke, Stuttgart, 1966.
- (7) BURCH, P. A., et al.: Autoimmunity: Some aetiolog. aspects I (1963) 1253.
- (8) CHARKES, N. D.: Some differences between bone scans made with ^{87}mSr und ^{85}Sr . J. Nucl. Med., 10 (1969) 491.
- (9) COHEN, M. B., A. LORBER: Avoiding false-positive joint scans by the use of labeled albumins. Arthrit. % Rheumat. 14 (1971) 32.
- (10) CRUTCHLOW, W. P.: ^{85}Sr scintimetry of the hip in osteoarthritis and osteonecrosis. Amer. J. Roentgenol. 109 (1970) 803.
- (11) De KOO, M. J., P. KSTELIJN: A cristical study of the bone scintigraphy to the diagnose in orthopaedic conditions. J.
- (12) DIHLMANN, W., C. KLEMM, H. STOCKBERG, F. -J. BULTMANN: Sacroiliacale ^{85}Sr -Profilographie bei ankylosierender Spondylitis, Fortschr. Röntgenstr. 115 (1971) 42.

- (13) FASBENDER, E. Hipp und E. A. HUHN: Die Bedeutung nuklear-med. Methoden in der Diagnostik von Erkrank. der Knochen und Gelenke, Fortschr. d. Med., 86 Jhg. (1968) 16.
- (14) FEINE, zum WINKEL, Nuklearmedizin, Scintigraphie, Diagnose, Thieme, Stuttgart (1969).
- (15) FREY, K. W., U. BÜLL: Profilmessung u. Szintigraphie mit ^{85}Sr und $^{87\text{m}}\text{Sr}$ zur Verlaufsbeobachtung von Knochenerkrankungen, Thieme, Stuttgart (1971). S. 35.
- (16) FREY, K. W., D. GHANATABADI: $^{87\text{m}}\text{Sr}$ zur Verlaufsbeobachtung von physikalischer Therapie bei Gelenkserkrankungen. Zschr. physikal. Therapie (im Druck)
- (17) FREY, K. W.: Profilmessung und Szintigraphie des Skeletts. In: GLAUNER, R. (Hrsg.): Angiologie und Szintigraphie bei Knochen- und Gelenkserkrankungen, Thieme, Stuttgart (1971) 35
- (18) GHANATABADI, D.: Diagnost. Untersuchungen mit $^{87\text{m}}\text{Sr}$ zur Verlaufsbeobachtung von Gelenkserkrankungen unter physikalischer Therapie. InauguraldiSSERTATION, München, 1971.
- (19) GOEBEL, R., O. EBER, H. WASCHER, H. HAYN, G. KLEIN: Die Gelenkszintigraphie mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - Pertechnat. Zschr. Rheumaforsch. 29 (1970) 75.
- (20) HOLLANDER, J. L. - M.D., Arthritis and Allied Conditions-A Textbook of Rheumatology, Lea & Febiger, 1967 Philadelphia.
- (21) HOLOPAINEN, T., A. REKONEN: Uptake of radioaktive Strontium (^{85}Sr) in joints damaged by rheumatoid arthritis measured by external counting of radiation. Acta Rheum. Scand. 12 (1966) 102.
- (22) KEMPSON, G. E., M.A.R. FREEMAN, S.A. SWANSON: Tensile properties of articular cartilage. Nature (London) 220 (1968) 1127
- (23) KETTUNEN, K., A. REKONEN: Observations on the Strontium-85

turnover of osteoarthritic hip in man. Ann. Med. Fenn. 43 (1965) 182.

- (24) KOLAR, J., A. BABICKY, V. BEK, B. BIBR, L. JANKO, A. SREDA, A. SUSTA: Isotopendiagnostik bei Gelenkerkrankungen. In: R. GLAUNER (HRSG): Angiologie und Szintigraphie bei Knochen und Gelenkerkrankungen. Thieme, Stuttgart 1971. S. 69.
- (25) KOLAR, J., A. STREDA, V. BEK, A. BABICKY, B. BR. L. JANKO, M. KRALOVA: Untersuchungen bei sogen. primären und sekundären Gelenknekrosen mit knochensuchenden radioaktiven Isotopen. Fortschr. Röntgenstr. 108 (1968) 487.
- (26) KOLAR, J., V. BEK, L. JANKO, A. BABICKY, L. VYHNANEK: Diagnostik und Kontrollmöglichkeiten mit ^{85}Sr bei Skelettmetastasen des Mammarkarzinoms. Strahlenther. 136 (1968) 289.
- (27) KOLAR, J., L. VYHANEK, J. JANEK, A. STREDA, V. BEK, M. KRALOVA, A. BABICKY, L. JANKO: Diagnostik mit radioaktiven Isotopen in der Orthopädie. Zschr. Orthopäd. 104 (1968) 414.
- (28) MARTINEZ-VILLASENOR, D., P. BUSH, G. KATONA: La centelleografia con radioisotops de vida corta en el diagnostico de los padecimientos de las articulaciones, IAEA Symp. Salzburg 1968, SM - 108/127.
- (29) MECKLENBURG, R. L., M. D. Clinical Value of Generator Produced $^{87}\text{m}\text{Sr}$ Strontium, J. of Nucl. Med., 5 (1964) S. 929-935
- (30) MEHEIM, G., W. P. CRUTCHLOW: ^{18}F and ^{85}Sr scintimetry in the study of primary arthropathies, Brit. J. Rad. 44 (1971) 290.
- (31) SAUER, R./Die Stellung des Strontium- $^{87\text{m}}$ in der Skelettszintigraphie. Schweiz. Med. Wschr. 101 (1971) 1129.
- (32) SCHABRONAT - Inaugural-Dissertation 1973 - $^{87\text{m}}$ Strontium in der Diagnostik der c. P. der großen Gelenke.
- (33) SCHEEL, K. E., H. HARBST, H. KAMPMANN, K. zum WINKEL, W. MAIERBORST, W. J. LORENZ, L. BILANIUK: Bone scintigraphy with

^{18}F and $^{87\text{m}}\text{Sr}$ IAEA Symp., Salzburg 1968, SM - 108/59.

- (34) SCHÖN, R., A. BÖNI, M. MIELKE: Lehrbuch der Röntgendiagnose Springer Berlin, Heidelberg (1970).
- (35) SCHÜTZ, BAENSCH, FRIEDL, IEHLINGER: Lehrbuch der Röntgen-diagnostik. Thieme Stuttgart (1951).
- (36) SCHWARZ - GEWALLIG, Inaugural-Dissertation 1973, München, $^{87\text{m}}\text{Strontium}$ in der Diagnostik der c. P. der Fingergelenke.
- (37) SPENCER, B. R., R. HERBLERT, W. W. RISH, W. A. LITTLE: Bone scanning with ^{85}Sr und $^{87\text{m}}\text{Sr}$ and ^{18}F . Brit. J. Rad. 40 (1967) 641.
- (38) UMEK, H., H. SORANTIN, H. CZEMBIREK: Knochenszintigraphie mit $^{87\text{m}}\text{Sr}$ und ^{85}Sr . Fortschr. Röntgenstr. 110 (1969) 209.
- (39) WEBER, D. A., E. J. GREENBERG, A. DIMICH, P. J. KENNY, E. O. ROTHSCHILD, W. P. L. MYERS, J. S. LAUGHLIN: Kinetics of radio nuclids used for bone studies. J. Nucl. Med. 10 (1969) 8
- (40) ZEITSCHRIFT FÜR ORTHOPÄDIE, 104 (1968) 414 - 425.

Mein Lebenslauf

Am 16. Januar 1946 wurde ich als erster Sohn des prakt. Arztes Dr. med. Victor Pfeifer und seiner Gattin Charlotte, geb. Huke, in Böhlen bei Leipzig geboren. Im Alter von sechs Jahren wurde ich in Miesbach (OBB) eingeschult und besuchte drei Klassen der dortigen Volksschule. Die erste Hälfte der vierten Klasse absolvierte ich in der DDR, den Rest in Ingolstadt. Dort machte ich nach weiteren neun Jahren mein Abitur am Hum. Gymnasium und wurde anschließend ein Jahr zur Marine eingezogen. Nach einem Semester Naturwissenschaften in Heidelberg bekam ich einen Studienplatz an der Ludwig-Maximilians-Universität in München in der Humanmedizin. Am 20. 8. 1973 machte ich daselbst mein Staatsexamen.

